

Attorney Docket # 5405-10

Express Mail #EV410260363US

Patent

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of

Norikazu ARAI et al.

Serial No.: n/a

Filed: concurrently

For: Objective Optical Element, Optical Pickup
Device, and Optical Information Recording
and Reproducing Device

LETTER TRANSMITTING PRIORITY DOCUMENT

Mail Stop **Patent Application**

Commissioner for Patents

P.O. Box 1450

Alexandria, VA 22313-1450

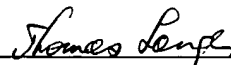
SIR:

In order to complete the claim to priority in the above-identified application under 35 U.S.C. §119, enclosed herewith is the certified documentation as follows:

Application No. **2003-117190**, filed on April 22, 2003, in Japan, upon which the priority claim is based.

Respectfully submitted,
COHEN, PONTANI, LIEBERMAN & PAVANE

By



Thomas Langer

Reg. No. 27,264

551 Fifth Avenue, Suite 1210

New York, New York 10176

(212) 687-2770

Dated: April 14, 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 4 月 2 2 日
Date of Application:

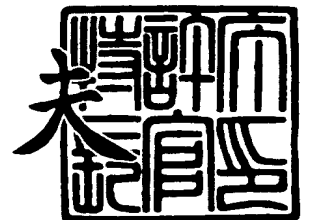
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 1 7 1 9 0
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 1 1 7 1 9 0]

出 願 人 コニカミノルタオプト株式会社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 2 月 1 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 1 0 6 5 5

【書類名】 特許願

【整理番号】 DKY01248

【提出日】 平成15年 4月22日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 13/18

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカオプト株式
 会社内

 【氏名】 荒井 則一

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカオプト株式
 会社内

 【氏名】 斉藤 真一郎

【特許出願人】

 【識別番号】 303000408

 【氏名又は名称】 コニカオプト株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100090033

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 荒船 博司

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 027188

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 対物光学素子、光ピックアップ装置及び光情報記録再生装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 波長 λ_1 ($640\text{ nm} \leq \lambda_1 \leq 670\text{ nm}$) の光束を保護基板厚 t_1 ($t_1 = 0.6\text{ mm}$) の第 1 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させると共に波長 λ_2 ($400\text{ nm} \leq \lambda_2 \leq 415\text{ nm}$) の光束を保護基板厚 t_2 の第 2 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることにより前記第 1 光情報記録媒体及び第 2 光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置に用いられ、前記波長 λ_1 の光束に対する光学系倍率 m_1 が $|m_1| < 0.01$ を満たし、且つ前記第 1 光情報記録媒体の情報記録面上に形成する集光スポットの開口数 NA_1 が $0.60 \leq NA_1 \leq 0.70$ を満たす対物光学素子であって、

前記波長 λ_2 の光束に対する光学系倍率 m_2 が $|m_2| < 0.01$ を満たし、且つ前記保護基板厚 t_2 が $0.70\text{ mm} \leq t_2 \leq 0.77\text{ mm}$ を満たすことを特徴とする対物光学素子。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の対物光学素子であって、

単玉のレンズで構成され、レンズ材料の分散値 ν_d が $\nu_d \geq 50$ を満たすことを特徴とする対物光学素子。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 に記載の対物光学素子であって、

前記保護基板厚 t_2 が $0.72\text{ mm} \leq t_2 \leq 0.76\text{ mm}$ を満たすことを特徴とする対物光学素子。

【請求項 4】 波長 λ_1 ($640\text{ nm} \leq \lambda_1 \leq 670\text{ nm}$) の光束を保護基板厚 t_1 ($t_1 = 0.6\text{ mm}$) の第 1 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させると共に波長 λ_2 ($400\text{ nm} \leq \lambda_2 \leq 415\text{ nm}$) の光束を保護基板厚 t_2 ($t_2 = 0.6\text{ mm}$) の第 2 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることにより前記第 1 光情報記録媒体及び第 2 光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置に用いられ、前記波長 λ_2 の光束に対する光学系倍率 m_2 が $|m_2| < 0.01$ を満たす対物光学素子であって、

前記波長 λ_1 の光束に対する光学系倍率 m_1 が $-1/20 \leq m_1 \leq -1/20$

0 を満たすことを特徴とする対物光学素子。

【請求項 5】 波長 λ_1 ($640\text{ nm} \leq \lambda_1 \leq 670\text{ nm}$) の光束を保護基板厚 t_1 ($t_1 = 0.6\text{ mm}$) の第 1 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させると共に波長 λ_2 ($400\text{ nm} \leq \lambda_2 \leq 415\text{ nm}$) の光束を保護基板厚 t_2 ($t_2 = 0.6\text{ mm}$) の第 2 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることにより前記第 1 光情報記録媒体及び第 2 光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置に用いられ、前記波長 λ_1 の光束に対する光学系倍率 m_1 が $|m_1| < 0.01$ を満たす対物光学素子であって、

前記波長 λ_2 の光束に対する光学系倍率 m_2 が $-1/20 \leq m_2 \leq -1/200$ を満たすことを特徴とする対物光学素子。

【請求項 6】 請求項 4 又は 5 に記載の対物光学素子であって、

単玉のレンズで構成され、レンズ材料の分散値 ν_d が $\nu_d \geq 50$ を満たすことを特徴とする対物光学素子。

【請求項 7】 請求項 1 又は 6 に記載の対物光学素子であって、

前記波長が λ_2 から λ_2' に変動した場合において、これら波長 λ_2 と λ_2' の光束によって形成される 2 つの集光スポット間の光軸方向の距離を $\Delta f_B\text{ }\mu\text{m}$ と規定したときの $|\Delta f_B / (\lambda_2 - \lambda_2')|$ の値を $1.0\text{ }\mu\text{m}/\text{nm}$ 以下に抑える補正機能を有することを特徴とする対物光学素子。

【請求項 8】 請求項 1、4 又は 5 に記載の対物光学素子であって、

少なくとも 1 つの光学面に、通過光束に対して位相差を付与する位相差付与構造を有することを特徴とする対物光学素子。

【請求項 9】 請求項 8 に記載の対物光学素子であって、

前記波長が λ_2 から λ_2' に変動した場合において、これら波長 λ_2 と λ_2' の光束によって形成される 2 つの集光スポット間の光軸方向の距離を $\Delta f_B\text{ }\mu\text{m}$ と規定したときの $|\Delta f_B / (\lambda_2 - \lambda_2')|$ の値を $0.1\text{ }\mu\text{m}/\text{nm}$ 以下に抑える補正機能が、前記位相差付与構造により達成されることを特徴とする対物光学素子。

【請求項 10】 請求項 1～9 のいずれか一項に記載の対物光学素子を備えることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 1 1】 請求項 4 又は 5 に記載の対物光学素子を備える光ピックアップ装置であって、

前記対物光学素子と、前記光ピックアップ装置の集光光学系を構成する前記対物光学素子以外の光学素子のうち少なくとも一方が、前記波長が λ_2 から λ_2' に変動した場合において、これら波長 λ_2 と λ_2' の光束が前記集光光学系を通過することによって形成される 2 つの集光スポット間の光軸方向の距離を $\Delta f B'$ μm と規定したときの $|\Delta f B' / (\lambda_2 - \lambda_2')|$ の値を $0.1 \mu m / nm$ 以下に抑える補正機能を有することを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 1 2】 請求項 1 1 に記載の光ピックアップ装置であって、
前記補正機能が、前記光学素子を光軸方向に移動させることにより達成されることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 1 3】 請求項 1 1 に記載の光ピックアップ装置であって、
前記補正機能が、前記光学素子の少なくとも 1 つの光学面に、通過光束に対して位相差を付与する位相差付与構造を設けることにより達成されることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 1 4】 請求項 1 3 に記載の光ピックアップ装置であって、
前記位相差付与構造が回折構造であり、前記波長 λ_1 の光束が該位相差付与構造により位相差を付与されることにより生じる n (n は自然数) 次の回折光を前記第 1 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させ、前記波長 λ_2 の光束が該位相差付与構造により位相差を付与されることにより生じる m ($m \neq n$ 、 m は自然数) 次の回折光を前記第 2 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 1 5】 請求項 1 0 ～ 1 4 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置を搭載して前記第 1 光情報記録媒体及び第 2 光情報記録媒体に対する情報の記録と前記第 1 光情報記録媒体及び第 2 光情報記録媒体に記録された情報の再生とのうち少なくとも一方を実行可能であることを特徴とする光情報記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、対物光学素子、光ピックアップ装置及び光情報記録再生装置に関する。

【0002】**【従来の技術】**

近年、波長400nm程度の青色レーザー光を用いることにより光情報記録媒体（光ディスク）の記録密度を高め、記憶容量を大きくしたいいわゆる高密度光ディスクの研究・開発が進められている。

高密度光ディスクの規格としては、例えば、対物レンズの像側開口数（NA）を0.85程度、保護基板厚を約0.1mmとするものや、NA及び保護基板厚を従来のDVD（デジタルビデオディスク）と同程度の約0.65及び約0.6mmに抑えたものが知られている。以下の説明においては、NAを0.65程度、保護基板厚を0.6mm程度とする高密度光ディスクを「AOD（Advanced Optical Disc）」と表記する。

【0003】

そして、このような高密度光ディスクと、DVD（デジタルビデオディスク）やCD（コンパクトディスク）等の従来より広く用いられている光ディスクとの互換性を有する光ピックアップ装置に関する技術が種々提案されている（例えば、特許文献1参照。）。

ここで、互換性を有する光ピックアップ装置においては、使用する光束の波長が異なることから（例えば、AODでは約400nm、DVDでは約650nm）、波長差に起因して生じる球面色収差を実用上支障が無い程度に補正する必要がある。

【0004】

また、例えば光源からの出射光束のパワーを上昇させる際に、光束の波長が瞬間的に変動するいわゆるモードホップが生じると、光軸上に形成される集光スポットの位置が光ディスクの情報記録面から光軸方向にずれるという問題が生じるので、波長変動前後における集光スポットの光軸方向の変動量を小さくし、軸上色収差を抑える補正を行なう必要がある。

特に、AODでは、NAが0.65程度と比較的大きく、光束の波長が400nm程度と短いことに起因して、モードホップ時の波長の変動量が大きくなることから、集光スポットの位置ずれ量が大きくなるという問題がある。

【0005】

【特許文献1】

特開2002-298422号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

上記特許文献1に開示された対物レンズは、対物レンズの一方の光学面に回折構造（回折レンズ構造）を設けるとともに、短波長側と長波長側とで異なる回折次数光を使用することにより色収差を抑えるものである。

ところが、回折構造を用いる場合には光量が低下するという問題がある。また、回折構造は、加工性に優れるプラスチック製レンズに設ける場合が多いが、プラスチックレンズは温度変化により屈折率が変化するという特性を有するため、温度変化に起因した球面収差が発生するという問題がある。

【0007】

本発明の課題は、上述の問題を考慮したものであり、AODと他の光情報記録媒体との互換性を有し、球面収差を抑えることが可能な対物光学素子、光ピックアップ装置及び光情報記録再生装置を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

以上の課題を解決するため、請求項1に記載の発明は、波長 λ_1 ($640\text{ nm} \leq \lambda_1 \leq 670\text{ nm}$)の光束を保護基板厚 t_1 ($t_1 = 0.6\text{ mm}$)の第1光情報記録媒体の情報記録面上に集光させると共に波長 λ_2 ($400\text{ nm} \leq \lambda_2 \leq 415\text{ nm}$)の光束を保護基板厚 t_2 の第2光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることにより前記第1光情報記録媒体及び第2光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置に用いられ、前記波長 λ_1 の光束に対する光学系倍率 m_1 が $|m_1| < 0.01$ を満たし、且つ前記第1光情報記録媒体の情報記録面上に形成する集光スポットの開口数NA1が $0.60 \leq N$

$A1 \leq 0.70$ を満たす対物光学素子であって、前記波長 $\lambda 2$ の光束に対する光学系倍率 $m 2$ が $|m 2| < 0.01$ を満たし、且つ前記保護基板厚 $t 2$ が $0.70 \text{ mm} \leq t 2 \leq 0.77 \text{ mm}$ を満たすことを特徴とする。

【0009】

請求項 1 に記載の発明によれば、第 1 光情報記録媒体を使用する際に対物光学素子（対物レンズ）に対してほぼ平行光が入射するいわゆる無限系の構成とし、波長 $\lambda 1$ の光束の色収差を補正する設計とした場合でも、保護基板厚 $t 2$ を $0.70 \text{ mm} \leq t 2 \leq 0.77 \text{ mm}$ の範囲内とすることにより、第 2 光情報記録媒体を使用する際にも無限系の構成で、且つ波長 $\lambda 2$ の光束に対して色収差が補正された光ピックアップ装置を得ることができる。

また、対物レンズをガラスで成形することができるので、温度変化による影響を受けにくい温度特性に優れた光ピックアップ装置を得ることができる。

また、対物レンズに回折構造を設けることなく 2 種類の光情報記録媒体で互換性を有する光ピックアップ装置を得ることができる。

【0010】

請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の対物光学素子であって、単玉のレンズで構成され、レンズ材料の分散値 νd が $\nu d \geq 50$ を満たすことを特徴とする。

【0011】

請求項 2 に記載の発明によれば、単玉の対物レンズの分散値 νd を 50 以上とすることにより、波長特性を向上することができる。図 7 は、分散値が異なる 3 種類のレンズ材料（M1～M3）に関する、波長と屈折率の関係を示すものである。一般に、レンズ材料（光学材料）の屈折率は波長に対してリニアではなく、また、短波長側で波長変化に対する屈折率変化の割合が大きくなるいわゆる波長依存性が大きく、更に、レンズ材料によって波長依存性が大きく異なる。この点を考慮して、対物レンズを分散値 νd が 50 以上のレンズ材料（M1 及び M2）により成形することにより、波長依存性を小さく抑えることが可能となり、例えば、光情報記録媒体に情報を記録する際にモードホップが生じた場合でも、屈折率変化を小さく抑え、集光スポットの光軸方向の変動量を小さくすることができ

る。

【0012】

請求項3に記載の発明は、請求項1又は2に記載の対物光学素子であって、前記保護基板厚 t_2 が $0.72\text{ mm} \leq t_2 \leq 0.76\text{ mm}$ を満たすことを特徴とする。

【0013】

請求項3に記載の発明によれば、一般に保護基板厚が大きいと駆動中の光情報記録媒体が光軸方向に傾斜した場合のコマ収差の発生量が大きくなることから、保護基板厚 t_2 を上記範囲内とすることにより、上記コマ収差の発生量を抑えることができる。

【0014】

請求項4に記載の発明は、波長 λ_1 ($640\text{ nm} \leq \lambda_1 \leq 670\text{ nm}$) の光束を保護基板厚 t_1 ($t_1 = 0.6\text{ mm}$) の第1光情報記録媒体の情報記録面上に集光させると共に波長 λ_2 ($400\text{ nm} \leq \lambda_2 \leq 415\text{ nm}$) の光束を保護基板厚 t_2 ($t_2 = 0.6\text{ mm}$) の第2光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることにより前記第1光情報記録媒体及び第2光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置に用いられ、前記波長 λ_2 の光束に対する光学系倍率 m_2 が $|m_2| < 0.01$ を満たす対物光学素子であって、前記波長 λ_1 の光束に対する光学系倍率 m_1 が $-1/20 \leq m_1 \leq -1/200$ を満たすことを特徴とする。

【0015】

請求項4に記載の発明によれば、波長 λ_1 の光束に対する光学系倍率 m_1 を $-1/20 \leq m_1 \leq -1/200$ の範囲内とし、光軸に対して僅かに傾斜した発散光を対物光学素子に入射させる構成とすることにより、保護基板厚 t_2 が 0.6 mm の第2光情報記録媒体を使用する際に無限系の構成で、且つ波長 λ_2 の光束に対して色収差が補正された光ピックアップ装置を得ることができる。

m_1 が上限値 ($-1/200$) を上回ると波長 λ_2 の光束に関する残留収差が発生し、下限値 ($-1/20$) を下回ると波長 λ_1 の光束に関する軸外特性が悪化する。

また、対物レンズをガラスで成形することができるので、温度変化による影響を受けにくい温度特性に優れた光ピックアップ装置を得ることができる。

また、対物レンズに回折構造を設けることなく 2 種類の光情報記録媒体で互換性を有する光ピックアップ装置を得ることができる。

【0016】

請求項 5 に記載の発明は、波長 λ_1 ($640\text{ nm} \leq \lambda_1 \leq 670\text{ nm}$) の光束を保護基板厚 t_1 ($t_1 = 0.6\text{ mm}$) の第 1 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させると共に波長 λ_2 ($400\text{ nm} \leq \lambda_2 \leq 415\text{ nm}$) の光束を保護基板厚 t_2 ($t_2 = 0.6\text{ mm}$) の第 2 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることにより前記第 1 光情報記録媒体及び第 2 光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置に用いられ、前記波長 λ_1 の光束に対する光学系倍率 m_1 が $|m_1| < 0.01$ を満たす対物光学素子であって、前記波長 λ_2 の光束に対する光学系倍率 m_2 が $-1/20 \leq m_2 \leq -1/200$ を満たすことを特徴とする。

【0017】

請求項 5 に記載の発明によれば、波長 λ_2 の光束に対する光学系倍率 m_2 を $-1/20 \leq m_2 \leq -1/200$ の範囲内とし、光軸に対して僅かに傾斜した発散光を対物光学素子に入射させる構成とすることにより、保護基板厚 t_1 が 0.6 mm の第 1 光情報記録媒体を使用する際に無限系の構成で、且つ波長 λ_1 の光束に対して色収差が補正された光ピックアップ装置を得ることができる。

m_2 が上限値 ($-1/200$) を上回ると波長 λ_1 の光束に関する残留収差が発生し、下限値 ($-1/20$) を下回ると波長 λ_2 の光束に関する軸外特性が悪化する。

また、対物レンズをガラスで成形することができるので、温度変化による影響を受けにくい温度特性に優れた光ピックアップ装置を得ることができる。

また、対物レンズに回折構造を設けることなく 2 種類の光情報記録媒体で互換性を有する光ピックアップ装置を得ることができる。

【0018】

請求項 6 に記載の発明は、請求項 4 又は 5 に記載の対物光学素子であって、単

玉のレンズで構成され、レンズ材料の分散値 ν_d が $\nu_d \geq 50$ を満たすことを特徴とする。

【0019】

請求項6に記載の発明によれば、単玉の対物レンズの分散値 ν_d を50以上とすることにより、波長特性を向上することができる。

【0020】

請求項7に記載の発明は、請求項1又は6に記載の対物光学素子であって、前記波長が λ_2 から λ_2' に変動した場合において、これら波長 λ_2 と λ_2' の光束によって形成される2つの集光スポット間の光軸方向の距離を $\Delta f_B \mu m$ と規定したときの $|\Delta f_B / (\lambda_2 - \lambda_2')|$ の値を $1.0 \mu m / nm$ 以下に抑える補正機能を有することを特徴とする。

本明細書中において「集光スポット」とは、対物レンズによって集光される光の波面収差が最も小さくなるデフォーカス位置によって形成されるスポットを指す。従って、波長 λ_2 の光束が対物レンズに入射した場合に集光スポットが形成されるデフォーカス位置 f_{B2} と、波長 λ_2' の光束が対物レンズに入射した場合に集光スポットが形成されるデフォーカス位置 f_{B2}' との差 $\Delta f_B = f_{B2}' - f_{B2}$ が、上記「集光スポット間の光軸方向の距離」となる。

【0021】

請求項7に記載の発明によれば、対物光学素子が、波長変動前後の光束によって形成される2つの集光スポット間の光軸方向の距離 $\Delta f_B \mu m$ により定義される値 $|\Delta f_B / (\lambda_2 - \lambda_2')|$ を $1.0 \mu m / nm$ 以下に抑える補正機能を有するので、モードホップが生じた場合における集光スポットの光軸方向の変動量を小さくすることができる。

例えば光源のモードホップ時のような、波長が λ から λ' に短時間で変化した場合、トラッキング追従が間に合わないことから、波長変動前におけるデフォーカス位置で光信号制御を行うことになる。従って、波長変動前後における対物レンズのデフォーカス位置変動が大きい場合、つまり、上記 $|\Delta f_B / (\lambda_2 - \lambda_2')|$ の値が $1.0 \mu m / nm$ 以上の場合、波面収差の劣化が大きくなり、光信号の制御に不都合が生じるおそれがある。

【0022】

請求項 8 に記載の発明は、請求項 1、4 又は 5 に記載の対物光学素子であって、少なくとも 1 つの光学面に、通過光束に対して位相差を付与する位相差付与構造を有することを特徴とする。

【0023】

請求項 8 に記載の発明によれば、モードホップにより波長が λ_2 から λ_2' に変動した場合に、これら各光束によって形成される 2 つの集光スポット間の光軸方向の距離が大きくならないように、例えば波長 λ_2' の光束に対して位相差付与構造が所定の位相差を付与し、その集光位置を調節することが可能となる。

【0024】

請求項 9 に記載の発明は、請求項 8 に記載の対物光学素子であって、前記波長が λ_2 から λ_2' に変動した場合において、これら波長 λ_2 と λ_2' の光束によって形成される 2 つの集光スポット間の光軸方向の距離を $\Delta f B \mu m$ と規定したときの $|\Delta f B / (\lambda_2 - \lambda_2')|$ の値を $0.1 \mu m / nm$ 以下に抑える補正機能が、前記位相差付与構造により達成されることを特徴とする。

【0025】

請求項 9 に記載の発明によれば、位相差付与構造を設けることで、モードホップが生じた場合における集光スポットの光軸方向の変動量を特に小さくすることができ、波面収差の劣化を特に抑えることができる。

【0026】

請求項 10 に記載の発明は、請求項 1～9 のいずれか一項に記載の対物光学素子を備えることを特徴とする。

請求項 10 に記載の発明によれば、請求項 1～9 と同様の効果を得られる。

【0027】

請求項 11 に記載の発明は、請求項 4 又は 5 に記載の対物光学素子を備える光ピックアップ装置であって、前記対物光学素子と、前記光ピックアップ装置の集光光学系を構成する前記対物光学素子以外の光学素子のうち少なくとも一方が、前記波長が λ_2 から λ_2' に変動した場合において、これら波長 λ_2 と λ_2' の光束が前記集光光学系を通過することによって形成される 2 つの集光スポット間

の光軸方向の距離を $\Delta f B' \mu m$ と規定したときの $|\Delta f B' / (\lambda_2 - \lambda_2')$
)| の値を $0.1 \mu m / nm$ 以下に抑える補正機能を有することを特徴とする。

【0028】

請求項 11 に記載の発明によれば、対物光学素子と対物光学素子以外の光学素子のうち少なくとも一方が、波長変動前後の光束によって形成される 2 つの集光スポット間の光軸方向の距離 $\Delta f B \mu m$ により定義される値 $|\Delta f B / (\lambda_2 - \lambda_2')|$ を $1.0 \mu m / nm$ 以下に抑える補正機能を有するので、モードホップが生じた場合における集光スポットの光軸方向の変動量を小さくすることができる。

光学素子としては、入射光束の発散角を変更して出射するコリメータレンズやビームエキスパンダ、あるいは、入射光束の光強度分布を変更して出射するビーム整形素子等が挙げられる。

【0029】

請求項 12 に記載の発明は、請求項 11 に記載の光ピックアップ装置であって、前記補正機能が、前記光学素子を光軸方向に移動させることにより達成されることを特徴とする。

請求項 13 に記載の発明は、請求項 11 に記載の光ピックアップ装置であって、前記補正機能が、前記光学素子の少なくとも 1 つの光学面に、通過光束に対して位相差を付与する位相差付与構造を設けることにより達成されることを特徴とする。

【0030】

請求項 14 に記載の発明は、請求項 13 に記載の光ピックアップ装置であって、前記位相差付与構造が回折構造であり、前記波長 λ_1 の光束が該位相差付与構造により位相差を付与されることにより生じる n (n は自然数) 次の回折光を前記第 1 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させ、前記波長 λ_2 の光束が該位相差付与構造により位相差を付与されることにより生じる m ($m \neq n$ 、 m は自然数) 次の回折光を前記第 2 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることを特徴とする。

【0031】

請求項 14 に記載の発明によれば、回折効率が大きくなる波長 λ_1 と λ_2 の回折光の組み合わせを選択することにより、情報の記録及び／又は再生に十分な光量を確保できる。なお、好ましい回折次数の組み合わせとしては、 $(n, m) = (2, 3)$ 、 $(3, 5)$ が挙げられる。

【0032】

請求項 15 に記載の発明は、請求項 10～14 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置を搭載して前記第 1 光情報記録媒体及び第 2 光情報記録媒体に対する情報の記録と前記第 1 光情報記録媒体及び第 2 光情報記録媒体に記録された情報の再生とのうち少なくとも一方を実行可能であることを特徴とする。

請求項 15 に記載の発明によれば、請求項 10～14 と同様の効果を得られる。

【0033】

【発明の実施の形態】

[第 1 の実施の形態]

本発明の対物光学素子、光ピックアップ装置及び光情報記録再生装置の実施の形態を図面を参照して説明する。

図 1 に示すように、本実施の形態においては、波長 λ_1 ($640\text{ nm} \leq \lambda_1 \leq 670\text{ nm}$)、波長 λ_2 ($400\text{ nm} \leq \lambda_2 \leq 415\text{ nm}$) の光束を出射する第 1 光源 11、第 2 光源 12 を備えており、これら各光束を利用して、保護基板厚 t_1 (0.6 mm) の第 1 光情報記録媒体 20 (本実施の形態においては DVD)、保護基板厚 t_2 (0.6 mm) の第 2 光情報記録媒体 30 (本実施の形態においては AOD) に対して情報の記録及び／又は再生を行なうことが可能な、互換性を有する構成となっている。

なお、本実施の形態においては、保護基板厚 t_1 と t_2 が等しいので、図 1 には、DVD の保護基板 21 と AOD の保護基板 31 を同じ図で示している。

【0034】

まず、光ピックアップ装置の構成について説明する。

図 1 に示すように、光ピックアップ装置は、第 1 光源 11、第 2 光源 12、コリメートレンズ 13、第 1～第 3 ビームスプリッタ 14a～14c、単玉の対物

レンズ 40 (対物光学素子)、対物レンズ 40 を所定の方向に移動させる 2 次元アクチュエータ (図示せず)、凹レンズ 15、各光ディスクからの反射光を検出する第 1 光検出器 16、第 2 光検出器 17 等から概略構成される。

【0035】

本実施の形態においては、コリメートレンズ 13、第 1～第 3 ビームスプリッタ 14a～14c 及び対物レンズ 40 から集光光学系が構成される。

また、対物レンズ 40 の波長 λ_1 の光束に対する光学系倍率 m_1 は $-1/20 \leq m_1 \leq -1/200$ の範囲内であり、波長 λ_2 の光束に対する光学系倍率 m_2 は $|m_2| < 0.010$ の範囲内、つまりほぼ 0 となっている。従って、波長 λ_1 の光束は光軸 L に対して僅かに傾斜した発散光として対物レンズ 40 に入射し、波長 λ_2 の光束は平行光として対物レンズ 40 に入射するようになっている。

なお、波長 λ_1 の光束に対する光学系倍率 m_1 が $|m_1| < 0.01$ の範囲内であり、波長 λ_2 の光束に対する光学系倍率 m_2 が $-1/20 \leq m_2 \leq -1/200$ の範囲内であってもよい。

【0036】

光ピックアップ装置 10 の動作については周知であるため詳しい説明は省略するが、第 1 光源 11 から出射される波長 λ_1 の発散光束は、第 1 ビームスプリッタ 14a を通過して第 2 ビームスプリッタ 14b で反射され、対物レンズ 40 に入射する。

そして、対物レンズ 40 の入射面 41 及び出射面 42 で屈折作用を受けて、DVD の情報記録面 22 上に集光し、光軸 L 上に集光スポット P を形成する。そして、波長 λ_1 の光束は情報記録面 22 で情報ピットにより変調されて反射される。反射した光束は再び対物レンズ 40 を通過して、第 2 ビームスプリッタ 14b で反射して分岐される。

そして、分岐された波長 λ_1 の光束は第 1 ビームスプリッタ 14a で反射して分岐され、凹レンズ 15 を経て第 1 光検出器 16 に入射する。

そして、第 1 光検出器 16 は入射光のスポットを検出して信号を出力し、その出力された信号を用いて DVD に記録された情報の読み取り信号を得るようになっている。

【0037】

また、第1光検出器16上でのスポットの形状変化や位置変化による光量変化等を検出して合焦検出やトラック検出が行われる。この検出結果に基づいて2次元アクチュエータは波長 $\lambda 1$ の光束が情報記録面22上に正確にスポットを形成するように、対物レンズ40をフォーカス方向及びトラッキング方向に移動させる。

【0038】

次に、第2光源12から出射された波長 $\lambda 2$ の光束は、第3ビームスプリッタ14cを通過してコリメートレンズ13において平行光化され、第2ビームスプリッタ14bを通過して対物レンズ40に至る。そして、詳しい説明は後述するが、対物レンズ40の入射面41には位相差付与構造50としての回折構造が形成されており、波長 $\lambda 2$ の光束は対物レンズ40の入射面41及び出射面42で屈折作用を受けると共に入射面41において回折作用を受けて出射される。

【0039】

そして、AODの情報記録面32上に集光して光軸L上にスポットPを形成する。そして、スポットPに集光した波長 $\lambda 2$ の光束は情報記録面32で情報ピットにより変調されて反射される。反射した光束は再び対物レンズ40、第2ビームスプリッタ14b及びコリメートレンズ13を通過して、第3ビームスプリッタ14cで反射して分岐される。以下は、上記波長 $\lambda 1$ の光束と同様である。

【0040】

図2に示すように、対物レンズ40は入射面41と出射面42の両面が非球面の単レンズであり、レンズ材料の分散値 νd が50以上となっている。分散値 νd を50以上とすることにより対物レンズ40の波長特性を向上することができる。

また、入射面41の全域には、入射光束に対して所定の位相差を付与する位相差付与構造50が形成されている。

本実施の形態においては、位相差付与構造50は、光軸Lを中心としたほぼ同心円状に形成されて入射光束を回折させる作用を有する複数の回折輪帯51により構成されている。

【0041】

各回折輪帯 51 は光軸 L に沿った平面（子午断面）でみた場合に鋸歯状に形成されており、各回折輪帯 51 に入射する特定波長の光束に対して所定の位相差を付与することにより光束に回折作用を与えるようになっている。

各回折輪帯の始点 51a と終点 51b（図 2 に一箇所だけ示す）は図 2 に示す所定の非球面 S（以下、「母非球面」という。）上に位置しており、各回折輪帯 51 の形状は母非球面 S に対する光軸 L 方向への変位量で規定することができる。

【0042】

また、母非球面 S は光軸 L を回転中心とする光軸 L からの距離に関する関数で規定することができる。なお、回折輪帯 51 の設計手法については周知であるため説明を省略する。また、このような位相差付与構造 50 を出射面 42 のみに設けても良く、あるいは、入射面 41 と出射面 42 の両面に設けても良い。

また、図 2 の対物レンズ 40 は、1 つの光学素子で構成されたいわゆる単玉の対物レンズ 40 であるが、2 つ以上の光学素子を組み合わせて対物レンズ 40 を構成する場合であっても、位相差付与構造 50 を設ける光学面（入射面 41 及び出射面 42）は適宜選択可能である。

【0043】

以上のように、本実施の形態の対物レンズ 40 及び光ピックアップ装置 10 によれば、波長 λ_1 の光束に対する光学系倍率 m_1 を $-1/20 \leq m_1 \leq -1/200$ の範囲内とし、光軸 L に対して僅かに傾斜した発散光を対物レンズ 40 に入射させる構成とすることにより、保護基板厚 t_2 が 0.6 mm の第 2 光情報記録媒体 30 を使用する際に無限系の構成で、且つ波長 λ_2 の光束に対して色収差が補正された光ピックアップ装置を得ることができる。

【0044】

また、対物レンズ 40 に形成された位相差付与構造 50 により、波長が λ_2 から λ_2' に変動した場合において、これら波長 λ_2 と λ_2' の光束によって形成される 2 つの集光スポット P 間の光軸 L 方向の距離を $\Delta f_B \mu m$ と規定したときの $|\Delta f_B / (\lambda_2 - \lambda_2')|$ の値（以下、「ベストフォーカス位置変動量」

という。)を $0.1\mu\text{m}/\text{nm}$ 以下に抑える補正機能を有することができる。

なお、本実施の形態においては対物レンズ40に位相差付与構造50を設けるものとしたが、対物レンズ40に位相差付与構造50を設けない場合でも、上記ベストフォーカス位置変動量を $1.0\mu\text{m}/\text{nm}$ 以下に抑えることが可能であり、DVDとAODの2種類の光情報記録媒体での互換性を十分確保できる。また、位相差付与構造50を対物レンズ40に設けない場合には、対物レンズ40をガラスで成形することができるので、温度変化による影響を受けにくい温度特性に優れた光ピックアップ装置を得ることができる。

【0045】

また、位相差付与構造50を集光光学系を構成する対物光学素子以外の光学素子（本実施の形態においては例えばコリメートレンズ13）に設けることとしても、ベストフォーカス位置変動量を $0.1\mu\text{m}/\text{nm}$ 以下に抑える補正機能を有する光ピックアップ装置を得ることができる。また、この構成でさらに対物レンズ40にも位相差付与構造50を設けても良い。

また、この光学素子に位相差付与構造50を設けずに、この光学素子を光軸L方向に所定量移動させることによっても、上記補正機能を得ることは可能である。

【0046】

また、図示は省略するが、上述した光ピックアップ装置10に、光情報記録媒体を回転自在に保持する回転駆動装置やこれら各種装置の駆動を制御する制御装置等を組み合わせることで、光情報記録媒体に対する情報の記録及び光情報記録媒体に記録された情報の再生のうち少なくとも一方の実行が可能な互換性を有する光情報記録再生装置を得ることができる。

【0047】

なお、上記実施の形態においては、位相差付与構造50として回折輪帯51を複数形成した構造について説明したが本発明に係る位相差付与構造50はこれに限定されるものではなく、例えば、図3、図4に示すようなものであっても良い。

【0048】

図3に示す対物レンズ40は、位相差付与構造50が、光軸Lを中心とした複数の輪帯面52を、光軸Lにほぼ平行な段差53を介して連続させて構成されている。

各輪帯面52は光軸Lから離れるに従って光源側に突出するように形成されており、各輪帯面52に入射する波長 λ の光束に対して所定の光路差を付与することにより、各光束に位相差が生じ、結果として各輪帯を通過した光束の位相が、情報記録面22、32上でほぼ揃うようになっている。なお、各段差の形状は母非球面Sに対する光軸L方向への変位量で規定することができる。

【0049】

図4に示す対物レンズ40は、位相差付与構造50が、光軸Lを中心とした複数の回折輪帯54と、これら回折輪帯54の光学面に形成される光軸L方向に沿った階段状の不連続面55とから構成されている。

【0050】

具体的には、対物レンズ40には、光軸Lを中心とした、所定の非球面形状の光学面（母非球面S）に対して実質的な傾きをもつ鋸歯状の不連続面である複数の回折輪帯54が形成されており、さらに、各回折輪帯54の光学面上には、これら回折輪帯54を通過する光束に対して所定の光路差を付与する、光軸Lに沿った階段状の不連続面55が形成されている。

【0051】

図5（a）、（b）中に一点鎖線で示す線は、各回折輪帯54の始点54aを結んでできる仮想の非球面形状からなる光学面（母非球面S）を表すものであり、二点鎖線で示す線は、光軸Lを中心として光軸Lから離れるにしたがってその厚みが増すように形成された、従来より周知の同心円状の鋸歯状の回折輪帯の外形を表すものである。

【0052】

図5（a）、（b）中に実線で示す線は、各回折輪帯54の光学面上に形成されている、各回折輪帯54を通過する光束に対して所定の光路差を付与する階段状の不連続面55の外形を含む、実際のレンズ形状を表すものである。

各不連続面55の深さ d_1 （光軸L方向の長さ）は、波長 λ の光束に対する対

物レンズ 40 の屈折率を n とした場合に、 $\lambda / (n - 1)$ で表される値とほぼ等しくなっており、一つの不連続面 55 を通過する波長 λ の光束と、その隣の不連続面 55 を通過する波長 λ の光束との間に、ほぼ 1 波長 (λ) に相当する光路差が生じ、かつ波面のずれが生じない長さに設定されている。

また、各不連続面 55 の形状は、図 5 中に二点鎖線で示した鋸歯状の回折輪帯 54 の表面の形状を、各不連続面 55 に対応する区間で分割して、光軸 L 方向に平行移動させた形状に近似したものとなっている。

【0053】

[第 2 の実施の形態]

次に、図 6 を参照して本発明の第 2 の実施の形態を説明する。

本実施の形態においては、第 1 光情報記録媒体 20 (DVD) の保護基板厚 t_1 が 0.6 mm であり、第 2 光情報記録媒体 30 (AOD) の保護基板厚 t_2 が $0.70 \text{ mm} \leq t_2 \leq 0.77 \text{ mm}$ の範囲内となっている。また、対物レンズ 40 の波長 λ_1 の光束に対する光学系倍率 m_1 が $|m_1| < 0.01$ で波長 λ_2 の光束に対する光学系倍率 m_2 も $|m_2| < 0.01$ を満たす、つまり m_1 と m_2 がほぼ 0 となっている。これにより、波長 λ_1 と λ_2 の光束は共に平行光として対物レンズ 40 に入射する。

【0054】

なお、波長 λ_1 の光束を平行光化させるコリメートレンズ 60 を備える点が、上記第 1 の実施の形態の光ピックアップ装置 10 との主な相違点であり、対物レンズ 40 の形状や、対物レンズ 40 に位相差付与構造 50 を設ける点などは一致するため、光ピックアップ装置 70 の動作の説明は省略する。

本実施の形態の対物レンズ 40 及び光ピックアップ装置 70 によれば、DVD を使用する際に対物レンズ 40 に対してほぼ平行光が入射するいわゆる無限系の構成とし、波長 λ_1 の光束の色収差を補正する設計とした場合でも、保護基板厚 t_2 を $0.70 \text{ mm} \leq t_2 \leq 0.77 \text{ mm}$ の範囲内とすることにより、AOD を使用する際にも無限系の構成で、且つ波長 λ_2 の光束に対して色収差が補正された光ピックアップ装置を得ることができる。

なお、保護基板厚 t_2 を $0.72 \text{ mm} \leq t_2 \leq 0.76 \text{ mm}$ の範囲内とするこ

とが好ましい。これにより、光情報記録媒体が光軸 L 方向に傾斜した場合のコマ収差の発生量を抑えることができる。

【0055】

【実施例】

[実施例 1]

次に、本発明に係る対物レンズの第 1 の実施例について説明する。

本実施例における対物レンズは、分散値 $\nu_d = 58.8$ のレンズ材料により成形された、入射面及び出射面がそれぞれ非球面のプラスチックレンズである。

なお、図示は省略するが、本実施例においては、DVD と AOD 共に必要開口数内において収差は実用上支障が無い程度に良好に補正されている。

表 1、表 2 に対物レンズのレンズデータを示す。

【0056】

【表 1】

実施例 1

$\nu_d = 58.8$

ベストフォーカス位置変動 $0.6 \mu\text{m/nm}$

$f_2 = 2.904\text{mm}$

面番号	r (mm)	$\lambda_1 = 660\text{nm}, m_1 = 0$		$\lambda_2 = 405\text{nm}, m_2 = 0$		備考
		d1 (mm)	n1	d2 (mm)	n2	
1	∞	0	1.0	0	1.0	絞り ($\phi 3.90\text{mm}$)
2	1.927	2.5	1.5409	2.5	1.5604	プラ対物レンズ
3	-5.598	1.253	1.0	1.088	1.0	
4	∞	0.6	1.5772	0.755	1.6196	光ディスク
5	∞					情報記録面

【表 2】

非球面データ	
第2面 (非球面)	
非球面係数	
κ	-0.56035
A4	0.12797×E-2
A6	0.23353×E-4
A8	0.13075×E-4
A10	0.12556×E-4
A12	-0.33349×E-5
第3面 (非球面)	
非球面係数	
κ	-40.077
A4	0.77584×E-2
A6	-0.46964×E-3
A8	-0.33084×E-3
A10	-0.24495×E-4
A12	0.24326×E-4

【0 0 5 7】

表 1 に示すように、本実施例の対物レンズは、DVD の保護基板厚 $t_1 = 0.6 \text{ mm}$ 、AOD の保護基板厚 $t_2 = 0.755 \text{ mm}$ 、第 1 光源から出射される波長 $\lambda_1 = 660 \text{ nm}$ のときの焦点距離 $f_1 = 3.00 \text{ mm}$ 、像側開口数 $NA_1 = 0.65$ 、光学系倍率 $m_1 = 0$ に設定されており、第 2 光源から出射される波長 $\lambda_2 = 405 \text{ nm}$ のときの焦点距離 $f_2 = 2.904 \text{ mm}$ 、像側開口数 $NA_2 = 0.67$ 、結像倍率 $m_2 = 0$ に設定されている。

表 1 中の面番号 2 と 3 はそれぞれ対物レンズの入射面と出射面を示す。また、 r_i は曲率半径、 d_i は第 i 面から第 $i + 1$ 面までの光軸 L 方向の位置、 n_i は各面の屈折率を表している。

【0 0 5 8】

第 2 面及び第 3 面は、それぞれ次式 (数 1) に表 1 及び表 2 に示す係数を代入した数式で規定される、光軸 L の周りに軸対称な非球面に形成されている。

【0 0 5 9】

【数 1】

$$\text{非球面形状式} \quad X(h) = \frac{(h^2/r_i)}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)(h/r_i)^2}} + \sum_{i=0}^n A_{2i} h^{2i}$$

【0 0 6 0】

ここで、 $X(h)$ は光軸 L 方向の軸（光の進行方向を正とする）、 κ は円錐係数、 A_{2i} は非球面係数である。

【0061】

表 1 に示すように、ベストフォーカス位置変動量は $0.6 \mu\text{m}/\text{nm}$ ($< 1.0 \mu\text{m}/\text{nm}$) となり、本実施例の対物レンズは十分な補正機能を有することが分かる。

【0062】

[実施例 2]

次に、本発明に係る対物レンズの第 2 の実施例について説明する。

本実施例における対物レンズは、分散値 $\nu_d = 70.2$ のレンズ材料により成形された、入射面及び出射面がそれぞれ非球面のガラスレンズである。

なお、図示は省略するが、本実施例においては、DVD と AOD 共に必要開口数内において収差は実用上支障が無い程度に良好に補正されている。

表 3、表 4 に対物レンズのレンズデータを示す。

【0063】

【表 3】

実施例 2

$\nu_d = 70.2$

ベストフォーカス位置変動 $0.4 \mu\text{m}/\text{nm}$

$f_2 = 2.927\text{mm}$

面番号	r (mm)	$\lambda_1 = 660\text{nm}, m_1 = 0$		$\lambda_2 = 405\text{nm}, m_2 = 0$		備考
		d1 (mm)	n1	d2 (mm)	n2	
1	∞	0	1.0	0	1.0	絞り ($\phi 3.90\text{mm}$)
2	1.814	2.5	1.4853	2.5	1.4990	ガラス対物レンズ FK5
3	-4.050	1.269	1.0	1.121	1.0	
4	∞	0.6	1.5772	0.75	1.6196	光ディスク
5	∞					情報記録面

【表 4】

非球面データ	
第2面 (非球面)	
非球面係数	
κ	-0. 56637
A4	0. 98597×E-3
A6	-0. 11091×E-4
A8	0. 88385×E-6
A10	0. 16533×E-4
A12	-0. 39832×E-5
第3面 (非球面)	
非球面係数	
κ	-21. 427
A4	0. 87516×E-2
A6	-0. 88214×E-3
A8	-0. 25341×E-3
A10	0. 28977×E-4
A12	0. 75277×E-5

【0 0 6 4】

表 3 に示すように、本実施例の対物レンズは、DVD の保護基板厚 $t_1 = 0.6 \text{ mm}$ 、AOD の保護基板厚 $t_2 = 0.75 \text{ mm}$ 、第 1 光源から出射される波長 $\lambda_1 = 660 \text{ nm}$ のときの焦点距離 $f_1 = 3.00 \text{ mm}$ 、像側開口数 $NA_1 = 0.65$ 、光学系倍率 $m_1 = 0$ に設定されており、第 2 光源から出射される波長 $\lambda_2 = 405 \text{ nm}$ のときの焦点距離 $f_2 = 2.927 \text{ mm}$ 、像側開口数 $NA_2 = 0.67$ 、結像倍率 $m_2 = 0$ に設定されている。

【0 0 6 5】

対物レンズの第 2 面及び第 3 面は、それぞれ上記 (数 1) に表 3 及び表 4 に示す係数を代入した数式で規定される、光軸 L の周りに軸対称な非球面に形成されている。

【0 0 6 6】

表 3 に示すように、ベストフォーカス位置変動量は $0.4 \mu\text{m}/\text{nm}$ ($< 1.0 \mu\text{m}/\text{nm}$) となり、本実施例の対物レンズは十分な補正機能を有することが分かる。

【0 0 6 7】

[実施例 3]

次に、本発明に係る対物レンズの第 3 の実施例について説明する。

本実施例における対物レンズは、分散値 $\nu_d = 81.6$ のレンズ材料により成

形された、入射面及び出射面がそれぞれ非球面のガラスレンズである。

なお、図示は省略するが、本実施例においては、DVDとAOD共に必要開口数内において収差は実用上支障が無い程度に良好に補正されている。

表5、表6に対物レンズのレンズデータを示す。

【0068】

【表5】

実施例3

$\nu d=81.6$

ベストフォーカス位置変動 $0.3\mu\text{m/nm}$

$f_2=3.00\text{mm}$

面番号	r (mm)	$\lambda_1=660\text{nm}, m_1=0$		$\lambda_2=405\text{nm}, m_2=0$		備考
		d1 (mm)	n1	d2 (mm)	n2	
1	∞	0	1.0	0	1.0	絞り ($\phi 3.90\text{mm}$)
2	1.869	2.5	1.4951	2.5	1.5072	ガラス対物レンズFK01
3	-4.497	1.328	1.0	1.199	1.0	
4	∞	0.6	1.5772	0.73	1.6196	光ディスク
5	∞					情報記録面

【表6】

非球面データ

第2面 (非球面)

非球面係数

κ -0.55124
 A_4 $0.93545 \times E-3$
 A_6 $0.38296 \times E-4$
 A_8 $0.38743 \times E-4$
 A_{10} $-0.99819 \times E-5$
 A_{12} $0.13370 \times E-5$

第3面 (非球面)

非球面係数

κ -23.086
 A_4 $0.11664 \times E-1$
 A_6 $-0.24072 \times E-2$
 A_8 $0.40098 \times E-4$
 A_{10} $0.14803 \times E-3$
 A_{12} $-0.27832 \times E-4$

【0069】

表5に示すように、本実施例の対物レンズは、DVDの保護基板厚 $t_1=0.6\text{mm}$ 、AODの保護基板厚 $t_2=0.73\text{mm}$ 、第1光源から出射される波長 $\lambda_1=660\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_1=3.07\text{mm}$ 、像側開口数 $NA_1=0.636$ 、光学系倍率 $m_1=0$ に設定されており、第2光源から出射される波長 $\lambda_2=405\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_2=3.00\text{mm}$ 、像側開口数 $NA_2=0$

65、結像倍率 $m_2 = 0$ に設定されている。

【0070】

対物レンズの第2面及び第3面は、それぞれ上記(数1)に表5及び表6に示す係数を代入した数式で規定される、光軸Lの周りに軸対称な非球面に形成されている。

【0071】

表5に示すように、ベストフォーカス位置変動量は $0.3 \mu\text{m}/\text{nm}$ ($< 1.0 \mu\text{m}/\text{nm}$) となり、本実施例の対物レンズは十分な補正機能を有することが分かる。

【0072】

[実施例4]

次に、本発明に係る対物レンズの第4の実施例について説明する。

本実施例における対物レンズは、分散値 $\nu_d = 64.1$ のレンズ材料により成形された、入射面及び出射面がそれぞれ非球面のガラスレンズである。

なお、図示は省略するが、本実施例においては、DVDとAOD共に必要開口数内において収差は実用上支障が無い程度に良好に補正されている。

表7、表8に対物レンズのレンズデータを示す。

【0073】

【表7】

実施例4

$\nu_d = 64.1$

ベストフォーカス位置変動 $0.5 \mu\text{m}/\text{nm}$

$f_2 = 3.00\text{mm}$

面番号	r (mm)	$\lambda_1 = 660\text{nm}, m_1 = -0.02$		$\lambda_2 = 405\text{nm}, m_2 = 0$		備考
		d1 (mm)	n1	d2 (mm)	n2	
1	∞	0	1.0	0	1.0	絞り ($\phi 3.90\text{mm}$)
2	1.900	2.5	1.5137	2.5	1.5297	ガラス対物レンズBK7
3	-5.292	1.387	1.0	1.262	1.0	
4	∞	0.6	1.5772	0.6	1.6196	光ディスク
5	∞					情報記録面

【表 8】

非球面データ	
第2面 (非球面)	
非球面係数	
κ	-0.59617
A4	$0.19086 \times E-2$
A6	$0.16071 \times E-3$
A8	$0.47346 \times E-4$
A10	$-0.77274 \times E-5$
A12	$0.15327 \times E-5$
第3面 (非球面)	
非球面係数	
κ	-31.694
A4	$0.11854 \times E-1$
A6	$-0.26138 \times E-2$
A8	$0.15264 \times E-3$
A10	$0.11540 \times E-3$
A12	$-0.24552 \times E-4$

【0 0 7 4】

表 7 に示すように、本実施例の対物レンズは、DVD の保護基板厚 $t_1 = 0.6 \text{ mm}$ 、AOD の保護基板厚 $t_2 = 0.6 \text{ mm}$ 、第 1 光源から出射される波長 $\lambda_1 = 660 \text{ nm}$ のときの焦点距離 $f_1 = 3.14 \text{ mm}$ 、像側開口数 $NA_1 = 0.622$ 、光学系倍率 $m_1 = -0.02$ に設定されており、第 2 光源から出射される波長 $\lambda_2 = 405 \text{ nm}$ のときの焦点距離 $f_2 = 3.00 \text{ mm}$ 、像側開口数 $NA_2 = 0.65$ 、結像倍率 $m_2 = 0$ に設定されている。

【0 0 7 5】

対物レンズの第 2 面及び第 3 面は、それぞれ上記（数 1）に表 5 及び表 6 に示す係数を代入した数式で規定される、光軸 L の周りに軸対称な非球面に形成されている。

【0 0 7 6】

表 7 に示すように、ベストフォーカス位置変動量は $0.5 \mu\text{m}/\text{nm}$ ($< 1.0 \mu\text{m}/\text{nm}$) となり、本実施例の対物レンズは十分な補正機能を有することが分かる。

【0 0 7 7】

[比較例 1]

次に、対物レンズの比較例について説明する。

表 9 に示すように、本比較例における対物レンズは、分散値 $\nu_d = 33.8$ の

レンズ材料により成形された、入射面及び出射面がそれぞれ非球面のガラスレンズである。

表 9、表 10 に対物レンズのレンズデータを示す。

【0078】

【表 9】

比較例

$\nu d=33.8$

ベストフォーカス位置変動 $1.2\mu\text{m/nm}$

$f2=3.00\text{mm}$

面番号	r (mm)	$\lambda 1=660\text{nm}, m1=0$		$\lambda 2=405\text{nm}, m2=0$		備考
		d1 (mm)	n1	d2 (mm)	n2	
1	∞	0	1.0	0	1.0	絞り ($\phi 3.90\text{mm}$)
2	2.193	2.5	1.6425	2.5	1.6829	ガラス対物レンズSF12
3	-16.728	1.383	1.0	1.131	1.0	
4	∞	0.6	1.5772	0.78	1.6196	光ディスク
5	∞					情報記録面

【表 10】

非球面データ

第2面 (非球面)

非球面係数

κ -0.55124
 $A4$ $0.93545 \times E-3$
 $A6$ $0.38296 \times E-4$
 $A8$ $0.38743 \times E-4$
 $A10$ $-0.99819 \times E-5$
 $A12$ $0.13370 \times E-5$

第3面 (非球面)

非球面係数

κ -23.086
 $A4$ $0.11664 \times E-1$
 $A6$ $-0.24072 \times E-2$
 $A8$ $0.40098 \times E-4$
 $A10$ $0.14803 \times E-3$
 $A12$ $-0.27832 \times E-4$

【0079】

表 9 に示すように、本比較例の対物レンズは、DVD の保護基板厚 $t1=0.6\text{mm}$ 、AOD の保護基板厚 $t2=0.78\text{mm}$ 、第 1 光源から出射される波長 $\lambda 1=660\text{nm}$ のときの焦点距離 $f1=3.18\text{mm}$ 、像側開口数 $NA1=0.613$ 、光学系倍率 $m1=0$ に設定されており、第 2 光源から出射される波長 $\lambda 2=405\text{nm}$ のときの焦点距離 $f2=3.00\text{mm}$ 、像側開口数 $NA2=0.65$ 、結像倍率 $m2=0$ に設定されている。

【0080】

対物レンズの第2面及び第3面は、それぞれ上記(数1)に表9及び表10に示す係数を代入した数式で規定される、光軸Lの周りに軸対称な非球面に形成されている。

【0081】

表9に示すように、本比較例においてはベストフォーカス位置変動量が $1.2 \mu\text{m}/\text{nm}$ ($> 1.0 \mu\text{m}/\text{nm}$) となり、十分な補正機能を持たないことが分かる。

【0082】

[実施例5]

次に、本発明に係る光ピックアップ装置の実施例について説明する。

本実施例の光ピックアップ装置は、その集光光学系中に、上記実施例2の対物レンズと、位相差付与構造としての回折構造(回折輪帯)を備えたカップリングレンズを有している。

なお、図示は省略するが、本実施例においては、DVDとAOD共に必要開口数内において収差は実用上支障が無い程度に良好に補正されている。

表11、表12にカップリングレンズ及び対物レンズのデータを示す。

【0083】

【表11】

実施例5

面番号	r (mm)	$\lambda_2=405\text{nm}$		$\lambda_2'=410\text{nm}$		備考
		d2 (mm)	n2	d2' (mm)	n2'	
0	—	17.62	1.0	17.62	1.0	光源
1	20.983	1.3	1.5249	1.3	1.5241	カップリングレンズ
2	-25.21	5.0	1.0	5.0	1.0	
3	∞	0	1.0	0	1.0	絞り($\phi 3.90\text{mm}$)
4	1.814	2.5	1.4990	2.5	1.4984	ガラス対物レンズFK7
5	-4.050	1.0459	1.0	1.0459	1.0	
6	∞	0.75	1.6196	0.75	1.6177	光ディスク
7	∞					情報記録面

【表 12】

非球面データ	
第2面 (回折面)	
ブレイズ化波長 405nm 3次回折	
母非球面	
κ	-11.462
A4	$8.0342 \times E-4$
A6	$-1.4205 \times E-4$
回折	
B0	$-3.1117 \times E-3$
B2	$-3.2527 \times E-4$
B4	$3.4985 \times E-5$
第4面 (非球面)	
非球面係数	
κ	-0.56637
A4	$0.98597 \times E-3$
A6	$-0.11091 \times E-4$
A8	$0.88385 \times E-6$
A10	$0.16533 \times E-4$
A12	$-0.39832 \times E-5$
第5面 (非球面)	
非球面係数	
κ	-21.427
A4	$0.87516 \times E-2$
A6	$-0.88214 \times E-3$
A8	$-0.25341 \times E-3$
A10	$0.28977 \times E-4$
A12	$0.75277 \times E-5$

【0084】

なお、表 11 は、第 2 光源から出射される波長 $\lambda_2 = 405 \text{ nm}$ の光束が、モードホップにより $\lambda_2' = 410 \text{ nm}$ に変動した場合におけるデータを示している。

表 11 中の面番号 2 はカップリングレンズの入射面を示し、面番号 4 と 5 はそれぞれ対物レンズの入射面と出射面を示す。

【0085】

第 2 面、第 4 面及び第 5 面は、それぞれ上記 (数 1) に表 11 及び表 12 に示す係数を代入した数式で規定される、光軸 L の周りに軸対称な非球面に形成されている。

【0086】

また、第 2 面に形成される回折輪帯のピッチは数 2 の光路差関数に、表 12 に示す係数を代入した数式で規定される。

【0087】

【数 2】

$$\text{光路差関数} \quad \Phi(h) = \sum_{i=0}^n B_{2i} h^{2i}$$

ここで、 B_{2i} は光路差関数の係数である。また、回折輪帯に関するブレイズ化波長は405 nmである。

また、表12に示すように波長 λ 2の光束の3次回折光を用いるものとした。

【0088】

本実施例においてはベストフォーカス位置変動量は0.1 $\mu\text{m}/\text{nm}$ 以下になった。これは、上記第2実施例に示した対物レンズと、回折構造が形成されたカップリングレンズとの協働により、ベストフォーカス位置変動量を抑える機能が高められたことによるものと考えられる。

なお、本実施例においてはカップリングレンズに波長変化時のデフォーカス変動抑制用の上記回折構造を設けたが、対物レンズに回折構造を設けても同様の効果が得られるし、また、カップリングレンズ、対物レンズ以外に別体の回折素子を設けても良い。

【0089】

【発明の効果】

本発明によれば、AODと他の光情報記録媒体との互換性を有し、球面収差を抑えることが可能な対物光学素子、光ピックアップ装置及び光情報記録再生装置を得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

第1の実施の形態に係る光ピックアップ装置の一例を示す概略図である。

【図2】

対物レンズの構造を示す要部横断面図である。

【図3】

対物レンズの構造を示す要部横断面図である。

【図4】

対物レンズの構造を示す要部横断面図である。

【図 5】

対物レンズの構造を示す要部横断面図（a）及び（b）である。

【図 6】

第 2 の実施の形態に係る光ピックアップ装置の一例を示す概略図である。

【図 7】

分散値が異なる 3 種類のレンズ材料に関する、波長と屈折率の関係を示すグラフである。

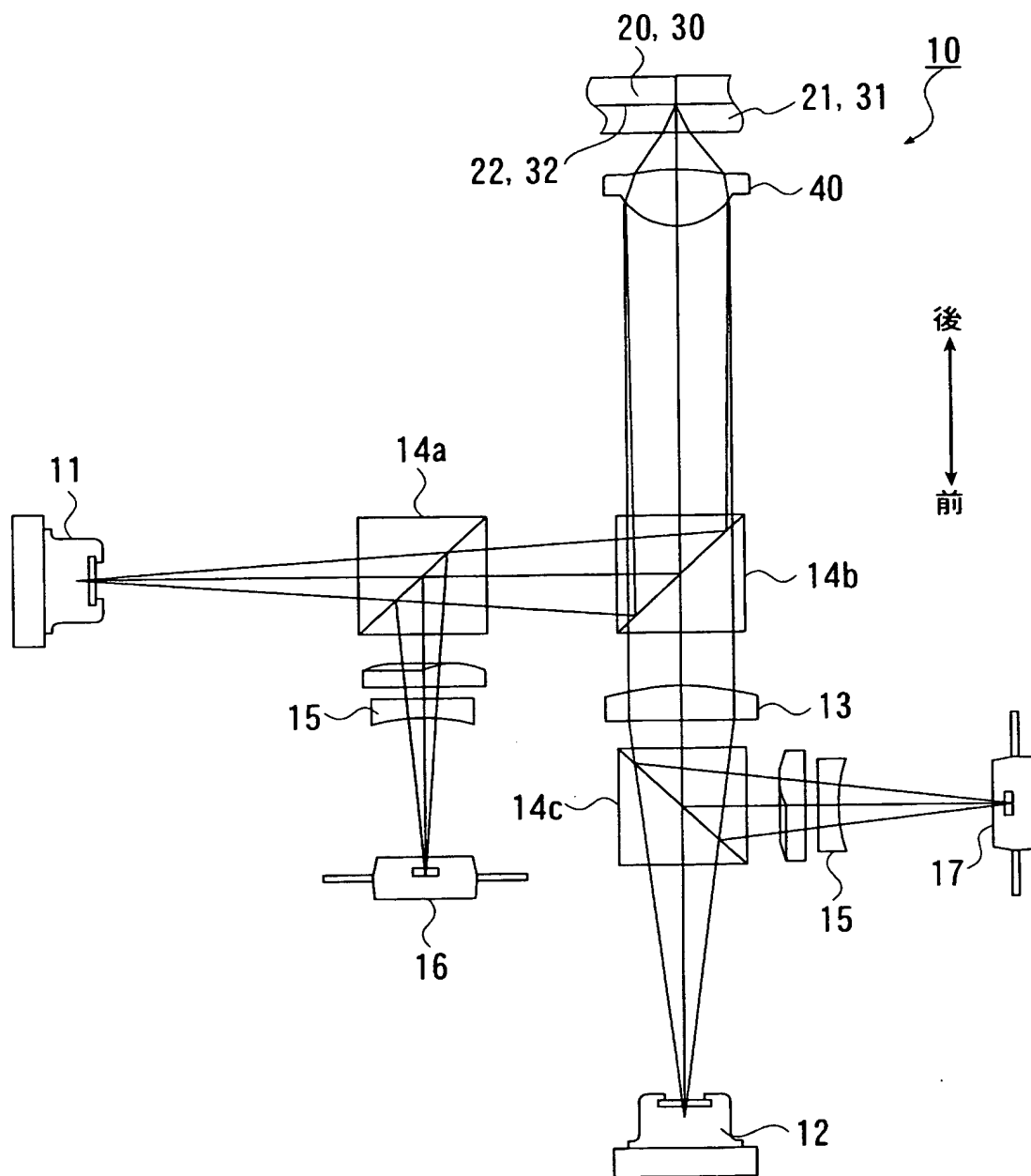
【符号の説明】

- 1 0 光ピックアップ装置
- 2 0 第 1 光情報記録媒体
- 2 2 情報記録面
- 3 0 第 2 光情報記録媒体
- 3 2 情報記録面
- 4 0 対物光学素子
- 5 0 位相差付与構造
- 7 0 光ピックアップ装置

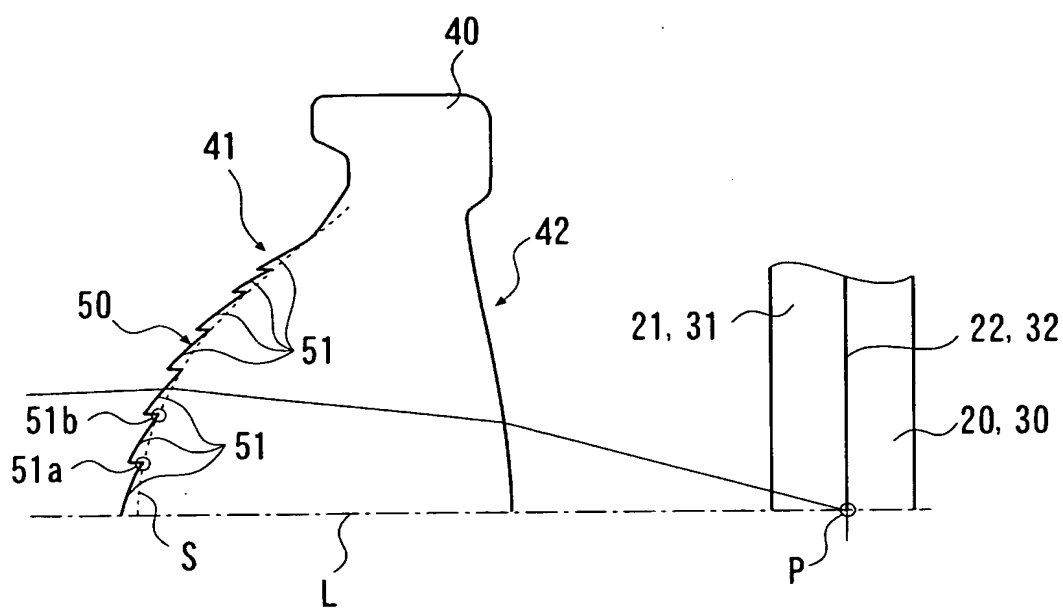
【書類名】

図面

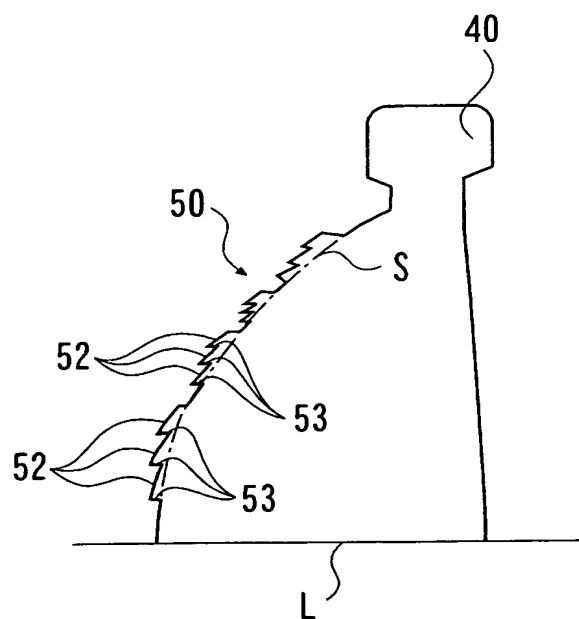
【図 1】



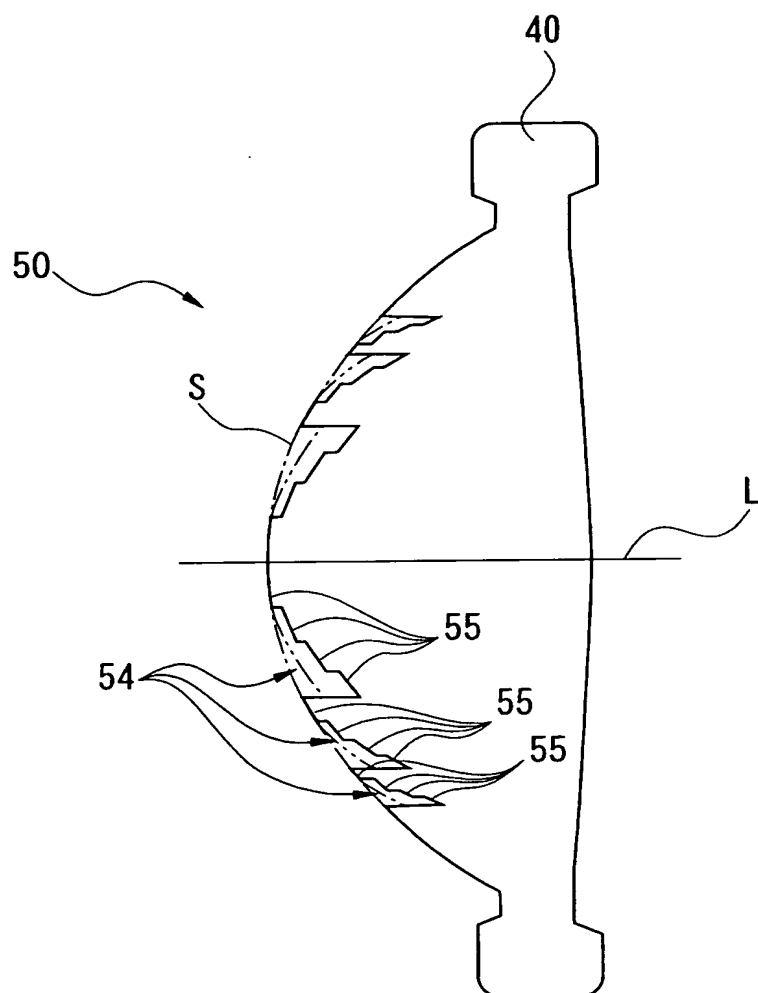
【図 2】



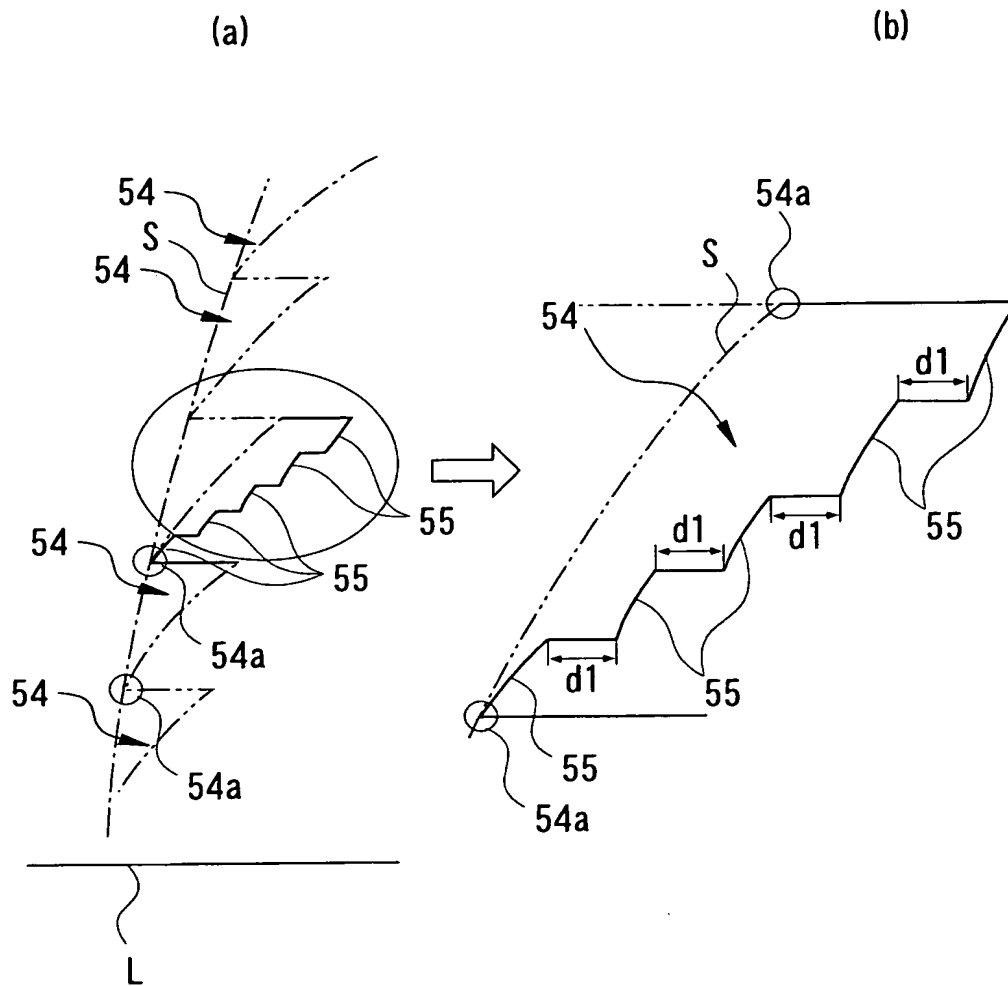
【図 3】



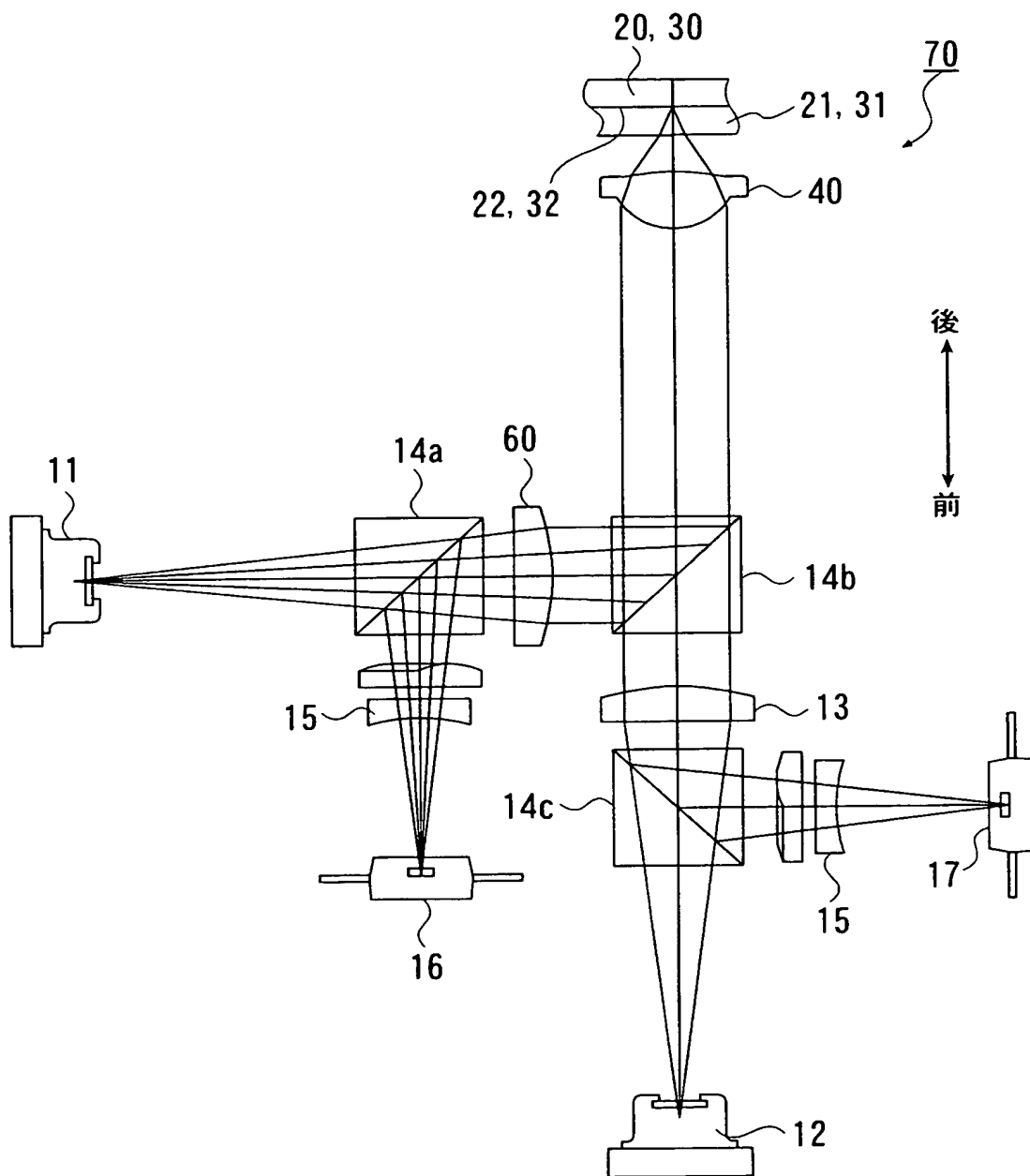
【図 4】



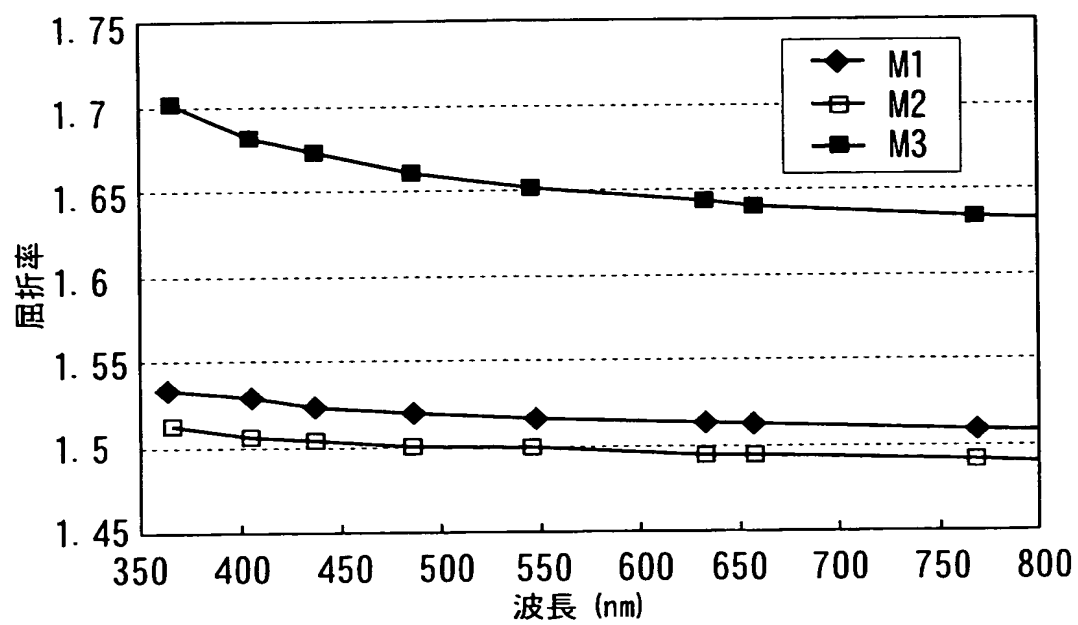
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 AODと他の光情報記録媒体との互換性を有し、球面収差を抑えることが可能な対物光学素子、光ピックアップ装置及び光情報記録再生装置を提供する。

【解決手段】 本発明の対物光学素子は、波長 λ_1 ($640\text{ nm} \leq \lambda_1 \leq 670\text{ nm}$)の光束を保護基板厚 t_1 ($t_1 = 0.6\text{ mm}$)の第1光情報記録媒体の情報記録面上に集光させると共に波長 λ_2 ($400\text{ nm} \leq \lambda_2 \leq 415\text{ nm}$)の光束を保護基板厚 t_2 ($t_2 = 0.6\text{ mm}$)の第2光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることにより各光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置に用いられる。そして、波長 λ_2 の光束に対する光学系倍率 m_2 が $|m_2| < 0.01$ を満たし、波長 λ_1 の光束に対する光学系倍率 m_1 が $-1/20 \leq m_1 \leq -1/200$ を満たす。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 1 1 7 1 9 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [3 0 3 0 0 0 4 0 8]

1. 変更年月日 2 0 0 2 年 1 2 月 2 0 日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都新宿区西新宿 1 丁目 2 6 番 2 号
氏 名 コニカオプト株式会社
2. 変更年月日 2 0 0 3 年 1 0 月 1 日
[変更理由] 名称変更
住所変更
住 所 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地
氏 名 コニカミノルタオプト株式会社